

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-058755

(43)Date of publication of application : 04.03.1994

1)Int.Cl.

G01C 3/06

G01B 11/24

G06F 15/62

G06F 15/64

(1)Application number : 04-099045

(71)Applicant : NEC CORP

(2)Date of filing : 20.04.1992

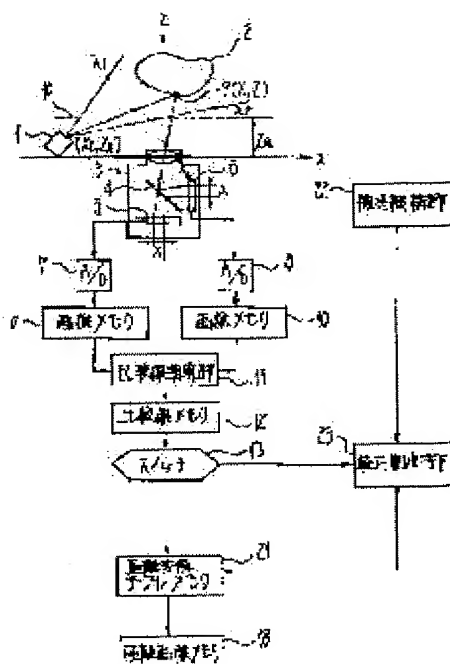
(72)Inventor : IWAKAWA MASATO

(4) DISTANCE IMAGE CATCHING DEVICE

(7)Abstract:

PURPOSE: To catch the distance image unaffected by the geometrical stortion due to camera lens.

CONSTITUTION: A spectrum pattern casting device 1 casts a separated spectrum pattern on a measured object 2. A camera 3 outputs a first and a second image data of the, object 2 photographed by first and second sensors 5, 6 with different spectrum sensitivity. A ratio image calculator 11 calculates the output ratio of the first and the second image data for every image. A distance conversion table memory 21 stores the distance value between the camera and the object in advance according to the output ratio.



LEGAL STATUS

Date of request for examination] 15.12.1997

Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.07.1999

Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of rejection]

Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

特開平6-58755

(43)公開日 平成6年(1994)3月4日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 3/06		A 9008—2F		
G 0 1 B 11/24		K 9108—2F		
G 0 6 F 15/62	4 1 5	9287—5L		
15/64	3 2 0 C	9073—5L		

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 7 頁)

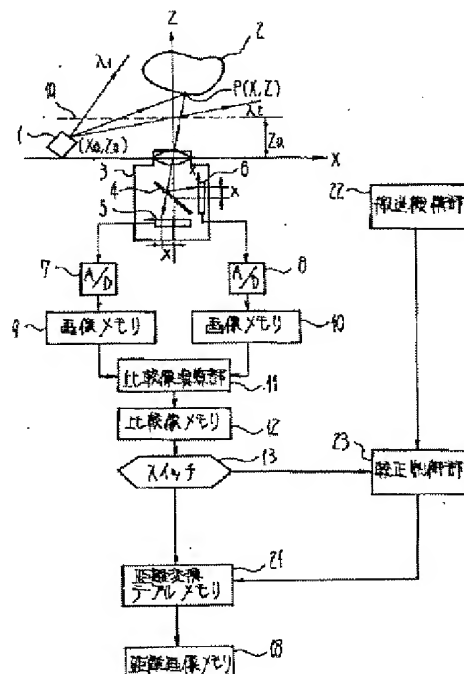
(21)出願番号	特願平4-99045	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成4年(1992)4月20日	(72)発明者	岩川 正人 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式 会社内
		(74)代理人	弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 距離画像取得装置

(57) 【要約】

【構成】スペクトルパタン投射装置 1 は、計測する物体 2 に分光されたスペクトルパタンを照射する。カメラ 3 は、異なる分光感度の第 1 と第 2 のセンサ 5、6 が撮像した物体 2 の第 1 と第 2 の画像データを出力する。比画像演算部 11 は第 1 と第 2 の画像データの出力比を画素毎に演算する。距離変換テーブルメモリ 21 は出力比に対応して予めカメラ 3 と物体 2 迄の距離の値を格納する。

【効果】カメラレンズの幾何歪に影響されない距離画像の取得が行なえる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 計測する物体に分光されたスペクトルパタンを照射する手段と、異なる分光感度の第1と第2のセンサが撮像した前記物体の第1と第2の画像データを出力する手段と、前記第1と第2の画像データの出力比を画素毎に演算する手段と、前記出力比に対応して予め前記物体迄の距離の値を格納する手段とを有することを特徴とする距離画像取得装置。

【請求項2】 分光されたスペクトルパタンを物体に照射し、この物体を異なる分光感度のセンサを有するカメラにより撮像した画像の各画素により前記物体までの距離を求める距離画像取得装置であって、前記センサの複数の出力比の値を画素値とする比画像を算出する比画像算出手段と、観測し得る全ての比の値及び画素位置と距離の組合せを求める距離換算テーブルを生成する距離換算テーブル生成手段と、較正時に白板をカメラ光軸方向に移動し、その位置と前記比画像算出手段から得られる画素位置と前記比の値の組を前記距離換算テーブル生成手段に出力する較正制御手段と、距離計測の場合に、前記比画像算出手段により得られる前記比の値と前記画素位置とから前記距離換算テーブルを索引して対応する距離を読み出す距離換算手段とを有することを特徴とする距離画像取得装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

$$Z = (X_0 - Z_0 \tan \alpha) / (\tan \beta - \tan \alpha) \cdots \cdots (2)$$

X_0 、 Z_0 は放射の中心座標を表す。ここで、物体2の存在する空間に距離 Z_a にある較正用平面19、距離 Z_b にある較正用平面20の2つの面を考える。まず、平面19の位置に較正用白板を置き、較正画像を撮像して

$$Z_a = (X_0 - Z_0 \tan \alpha) / (\tan \beta - \tan \alpha) \cdots \cdots (3)$$

α は比 R の関数であり、カメラ3での撮像位置の座標 X_a は、レンズ中心から撮像面までの距離 C を定数として、角度 β_a を用いて表すと、式(4)となる。

$$【0007】 X_a = C \tan \beta_a \cdots \cdots (4)$$

$$X_a(R) = C [\{ X_0 - Z_0 \tan \alpha(R) \} / Z_a + \tan \alpha(R)] \cdots \cdots (5)$$

また、同様に、他の平面20の位置に較正用白板を置き、較正用画像を撮像すると、 R と $X_b(R)$ との関係

$$X_b(R) = C [\{ X_0 - Z_0 \tan \alpha(R) \} / Z_b + \tan \alpha(R)] \cdots \cdots (6)$$

ところで、全ての単色光はスペクトルパタン投射装置1の一点から空間に放射していると考えられるので、波長に対応するある比 R の光線が平面19と交差する位置(X_b , Z_b)から定まる直線は、すべて放射の中心(X_0 , Z_0)を通るはずである。そこで、平面19に白板を置いて、第1の較正画像を取得し、関数演算部14は、スイッチ13を介して比画像メモリ12に格納されている比画像から平面19における比 R の関数 $X_a(R)$ を求めて保持する。関数 $X_a(R)$ は、観測さ

【産業上の利用分野】本発明は距離画像取得装置に関し、特に立体計測装置に利用される距離画像取得装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の距離画像取得装置は、物体などの三次元位置をテレビカメラから入力された画像により求める装置として、特開昭64-039513号公報に記載された技術がある。この距離画像取得装置によりカメラから物体までの距離を求める方法の一例を図4を参照して説明する。

【0003】投射装置1からは赤から青のスペクトル光に分光されたスペクトルパタンが物体2へ投射される。画像データはカメラ3内の異なる分光感度を有するセンサ5、6により取得される。なお4は光分岐素子である。この画像データは、A/D変換器7、8を介して各画素毎に比 R を式(1)に従って演算し、演算された比画像をメモリ12に格納する。

$$【0004】 R = I_1 / I_1 + I_2 \cdots \cdots (1)$$

ただし式(1)において、 I_1 は物体2上の任意の点Pが撮像されたセンサ5の画素出力であり、 I_2 は同じくセンサ6の画素出力である。いま、点Pの座標を(X , Z)とすると、カメラ3から物体2までの距離 Z は式(2)により求まる。

【0005】

各画素について式(1)の比を求める。平面19の Z 座標は Z_a であるので、式(2)は式(3)となる。

【0006】

平面19についての X_a は R の関数として式(5)で表すことができる。

【0008】

として式(6)を得る。

【0009】

れた $R_{a1} \leq R \leq R_{a2}$ の範囲で値を有する。

【0010】同様に、平面20に白板を置いて、第2の較正画像を取得し、関数演算部15は、メモリ12内の比画像から関数 $X_b(R)$ を求め、保持する。この関数は、 $R_{b1} \leq R \leq R_{b2}$ の範囲で値を有する。

【0011】回折位置較正部16は、関数 $X_a(R)$ および $X_b(R)$ について、双方の R の定義域の重複部分の各 R に関し、(X_a , Z_a)、(X_b , Z_b)の各組を求める。そして、これら各組の結ぶ直線(前述したご

とくすべて放射の中心 (X_0, Z_0) を通る) を式 (7) とすると、

$$Z = a r X + b r \quad (R=R_1, R_2, \dots) \dots\dots (7)$$

X_0, Z_0 は最小自乗法により式 (8), (9) によって求まる。

【0012】

$$X_0 = \frac{\left(\sum_R \frac{1}{aR^2 + 1} \right) \left(\sum_R \frac{aRbR}{aR^2 + 1} \right) - \left(\sum_R \frac{aR}{aR^2 + 1} \right) \left(\sum_R \frac{bR}{aR^2 + 1} \right)}{\left(\sum_R \frac{aR}{aR^2 + 1} \right)^2 - \left(\sum_R \frac{1}{aR^2 + 1} \right) \left(\sum_R \frac{aR^2}{aR^2 + 1} \right)} \dots\dots\dots (8)$$

$$Z_0 = \frac{\left(\sum_R \frac{aRbR}{aR^2 + 1} \right) \left(\sum_R \frac{aR}{aR^2 + 1} \right) - \left(\sum_R \frac{bR}{aR^2 + 1} \right) \left(\sum_R \frac{aR^2}{aR^2 + 1} \right)}{\left(\sum_R \frac{aR}{aR^2 + 1} \right)^2 - \left(\sum_R \frac{1}{aR^2 + 1} \right) \left(\sum_R \frac{aR^2}{aR^2 + 1} \right)} \dots\dots\dots (9)$$

$$Z = (Z_a - Z_0) (X - X_0) / (X_a - X_0) + Z_0 \dots\dots\dots (10)$$

$$x = C \tan \beta = CX / Z \dots\dots\dots (11)$$

$$Z = \frac{(Z_0 X_a - Z X_0) C}{(X_a - X_0) C - (Z_a - Z_0) x} \dots\dots\dots (12)$$

$$Z = \frac{(Z_0 X_b - Z_b X_0) C}{(X_b - X_0) C - (Z_b - Z_0) x} \dots\dots\dots (13)$$

【0013】以上から、任意の位置の物体上で比Rの点が撮像面でXの位置に検知されたとき、そのZは下式

(10)、(11) を解いて式 (12) で求められる。

【0014】ここで、(X_a, Z_a) のかわりに (X_b, Z_b) を用いても全く同様であるので式 (13) によってもZを求めることが出来る。

【0015】以上により、2回の較正画像入力により X_0, Z_0 が求まり、これにより実際の物体に対する画像取得と距離算出が可能であり、距離演算部17により上述の演算が行われ、その結果であるカメラ3から物体2までの距離Zが距離画像メモリ18に格納される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の距離画像取得装置は、カメラレンズの幾何歪のため、カメラ3での撮像位置Xが正しく求まらない。その結果、キャリブレーション時には、放射点 (X_0, Z_0) が正しく求まらず、実際の測定時は式 (12)、(13) の中の X_0, Z_0 、及びXの誤差によりZの誤差を生じ、正しい

計測が出来ないという欠点がある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の距離画像取得装置は、計測する物体に分光されたスペクトルパタンを照射する手段と、異なる分光感度の第1と第2のセンサが撮像した前記物体の第1と第2の画像データを出力する手段と、前記第1と第2の画像データの出力比を画素毎に演算する手段と、前記出力比に対応して予め前記物体迄の距離の値を格納する手段とを有する。

【0018】また、本発明の距離画像取得装置は、分光されたスペクトルパタンを物体に照射し、この物体を異なる分光感度のセンサを有するカメラにより撮像した画像の各画素により前記物体までの距離を求める距離画像取得装置であって、前記センサの複数の出力比の値を画素値とする比画像を算出する比画像算出手段と、観測し得る全ての比の値及び画素位置と距離の組合せを求める距離換算テーブルを生成する距離換算テーブル生成手段と、較正時に白板をカメラ光軸方向に移動し、その位置

と前記比画像算出手段から得られる画素位置と前記比の値の組を前記距離換算テーブル生成手段に出力する較正制御手段と、距離計測の場合に、前記比画像算出手段により得られる前記比の値と前記画素位置とから前記距離換算テーブルを索引して対応する距離を読み出す距離換算手段とを有する。

【0019】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例のブロック図である。

【0020】図1において、スペクトルパタン投射装置1はX-Z平面内における扇状の広がり角度に対して一側関数となる波長のパタンを物体2に照射する。スペクトルパタンを照射された物体2は、異なる分光感度のセンサ5、6を有するカメラ3により撮像される。カメラ3の2つのセンサで得られた画像データはA/D変換器7、8でそれぞれデジタル値に変換され、これらA/D変換器7、8の出力はそれぞれ画像メモリ9、10に格納される。画像メモリ9、10のデータは比画像演算部11において各画素毎に比Rが計算され、その出力は比画像メモリ12に格納される。比画像メモリ12からの読みだしデータはスイッチ13によって、距離測定前は較正制御部23へ、また実際の距離測定時は距離変換テーブル21側へそれぞれ切り替えられる。実際の測定前のキャリブレーション時に、平面19に白板において較正制御部23にて制御される搬送機構部22によりZ軸方向に任意の変位量 ΔZ ずつステップ移動させ、観測し得る全ての比Rと画素位置Xの場合につき距離Zが求められる。較正制御部23で求めた結果は距離変換テーブルメモリ21にルックアップテーブルとして作成、保持される。距離画像メモリ18は、測定結果を保持するものである。

【0021】次に図1の距離画像取得装置の動作について、図2と図3とを参照して説明する。スペクトルパタン投射装置1から扇状に照射されるスペクトルパタンの波長域は $\lambda_1 \sim \lambda_2$ であって、この間波長は連続、かつ扇の広がり角度に対して一側関数となっている。このスペクトルパタン投射装置1を用いて物体2を照明し、この実景をカメラ3で撮影する。

【0022】まず、実際の測定に先立ち、スイッチ13を較正制御部23側へ切り替えた後に距離変換テーブルを作成する。図1において、カメラ3の相異なる分光感度のセンサ5、6で取得された画像データは、A/D変換器7、8を介して2つの画像メモリ9及び10の各画素毎に比Rを式(1)に従って演算し、その結果を比画像メモリ12に格納する。ここで図2の距離 Z_a の平面19に白板において較正画像を取得した場合、比画像メモリ12の画素位置 $X=0, 1, 2 \dots X_i$ で求まる比Rの値は順に $R=0, 1, 2 \dots R_j$ となるので、比R、座標値X、及び距離Zの組 (X, R, Z) は $(0, 0, Z_a)$ 、 $(1, 1, Z_a)$ 、 $(2, 2, Z_a)$ 、 \dots 、 $(X$

$i, R_j, Z_a)$ となる。

【0023】次に白板を搬送機構部22により微小距離 ΔZ だけZ軸方向に移動させ、再度較正画像を取得すると、画素位置 $X=1, 2 \dots X_i$ で求まる比Rの値は順に $R=0, 1, \dots R_j-1$ となるので (X, R, Z) は $(1, 0, Z_a + \Delta Z)$ 、 $(2, 1, Z_a + \Delta Z)$ 、 \dots 、 $(X_i, R_j-1, Z_a + \Delta Z)$ となる。なお、比画像メモリ12の画素位置 $X=0$ には分光スペクトルパタンが照射されていないので距離変換テーブルの作成には関与しない。

【0024】このような操作を分光スペクトルパタンが照射され、かつカメラの視野内の範囲にわたって繰り返す、その都度定まる (X, R, Z) の値を距離変換テーブルメモリ21へ出力する。較正画像取得、搬送機構部制御、比R不定判定、 (X, R, Z) の出力は較正制御部23が司っている。距離変換テーブルメモリ21では、較正制御部23から得る比R、座標値X、及び距離Zの組を図3のように配置し、格納する。

【0025】実際の物体2までの距離を測定する場合、カメラ3の相異なる分光感度のセンサ5、6で取得された実景の画像データは、A/D変換器7、8から画像メモリ9及び10に得られ、比画像が比画像メモリ12に得られる。距離変換テーブルメモリ21は、比画像メモリ12から、画素毎に比RをX座標と共にスイッチ13を介して読み出し、比Rと座標値Xに対応する距離Zをテーブルルックアップによって求め、距離画像メモリ18に書き込む。以上の一連の動作を全ての画素について行なうことにより、距離画像メモリ18の各画素には、カメラ3から物体2までの距離Zが得られる。

【0026】このようにすると、カメラレンズ歪による誤差を含んだ照射点位置 (X_0, Z_0) 、視線角度 β の各パラメータを用いずに距離変換テーブルを作成し、実際の測定時には、このテーブルを参照して各画素毎の距離を求めることによりカメラレンズ歪の影響を受けない距離画像計測が可能である。

【0027】なお、上述の実施例では、スペクトルパタン投射装置を構成する分光素子が回折格子の場合につき述べたが、これが他の分光素子、例えばプリズム等を用いた場合であっても同じ要領で容易に実施でき、同じ効果が得られる。また、距離変換テーブルの大きさは説明の都合上 $X=512$ 、 $R=256$ としたが、この値は任意である。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、計測前に、出現し得る全ての比R、座標値X、距離Zの関係をあらかじめ実測によって求め、その結果を距離換算テーブルに記憶しておき、実際の計測時には、1回のテーブル検索のみで距離Zが求められるようにすることによって、カメラレンズ歪による誤差の影響を受けない距離画像取得を行える効果がある。

【図3】

$R \backslash x$	0	1	2	...	x_i	...	510	511
0	$Z(0,0)$	$Z(1,0)$	$Z(2,0)$		$Z(x_i,0)$		$Z(510,0)$	$Z(511,0)$
1	$Z(0,1)$	$Z(1,1)$	$Z(2,1)$		$Z(x_i,1)$		$Z(510,1)$	$Z(511,1)$
2	$Z(0,2)$	$Z(1,2)$	$Z(2,2)$		$Z(x_i,2)$		$Z(510,2)$	$Z(511,2)$
...					...			
R_j	$Z(0,R_j)$	$Z(1,R_j)$	$Z(2,R_j)$...	$Z(x_i,R_j)$...	$Z(510,R_j)$	$Z(511,R_j)$
...					...			
254	$Z(0,254)$	$Z(1,254)$	$Z(2,254)$		$Z(x_i,254)$		$Z(510,254)$	$Z(511,254)$
255	$Z(0,255)$	$Z(1,255)$	$Z(2,255)$		$Z(x_i,255)$		$Z(510,255)$	$Z(511,255)$

【図4】

